Aus dem physiologischen Institut zu Bonn.

Ueber die

elementare Zusammensetzung des Hundeharnes nach Fleischnahrung.

Dissertation

bei der

Meldung zum Doctorexamen

der medicinischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

vorgelegt

im Juli 1893

von

Franz Meyer

aus Frankfurt a. Main.

Bonn,

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi.

1893.

Meinen Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547419_0060

Für die Untersuchung des Stoffwechsels, das heisst zur Feststellung der Bilanz der Einnahmen und Ausgaben des Körpers, ist es nothwendig, die elementare Zusammensetzung sowohl der eingenommenen wie der ausgegebenen Stoffe zu bestimmen.

Da nun für die Frage der Ernährung kein Stoff wichtiger ist als das Fleisch, so kommt es sehr darauf an, einmal die elementare Zusammensetzung des Fleisches und dann des Fleischharnes und Fleischkothes zu ermitteln.

Die bis jetzt veröffentlichten wenigen Analysen des Harnes sind nach alten, zum Theil unzuverlässigen Methoden ausgeführt und zeigen untereinander ziemlich beträchtliche Unterschiede, so dass es wichtig schien, mit den neuen und vollkommneren Methoden diese Versuche zu wiederholen. Professor Pflüger[1]) sagt in seiner vor wenigen Wochen erschienenen Abhandlung „über einige Gesetze des Eiweissstoffwechsels“: „Wünschenswerth, ja nothwendig erscheint jetzt noch eine Untersuchung über die elementare Zusammensetzung des Fleischharnes und des natürlichen und fettfreien Fleischkothes beim Hunde. Denn auch diese Zahlen stützen sich auf wenige Analysen Voit's und beeinflussen die Bilanzrechnungen. Auf den Rath des Herrn Professor Pflüger habe ich deshalb die folgende Untersuchung des Fleischharnes unternommen.

Ehe ich nun die angewandten Methoden und die Resultate dieser Untersuchung angebe, möchte ich in Kürze eine Uebersicht der von Voit[2]) veröffentlichten Analysen und der wenigen Zahlen von Rubner[3]) folgen lassen.

---

1) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 54.

2) Zeitschr. f. Biologie. Bd. I. p. 141—147.

3) Zeitschr. f. Biologie. Bd. 19. S. 228.

Elementaranalysen des Fleischharnes vom Hunde, nach Voit.

I. Nahrung: 1500 gr Fleisch. Gesammtmenge des Harnes (24 stündig) 960 ccm.

Der Harn enthält 16,10% feste Theile; 1,73% Asche.

Prozentige Zusammensetzung des Fleischharnes nach Abzug der Asche:

C	25,5
H	6,7
N	37,5
O	30,3
	100,0

Das Verhältniss von C zu N ist wie 1 : 1,47.

C : N = 0,68.

Diese ist die einzige Voit'sche Analyse des Harnes nach ausschliesslicher und ausreichender Ernährung mit Fleisch.

Da indessen zu den zwei folgenden Analysen Harn benutzt wurde, der dem Fleischharn, weil der Zusatz an Stärke resp. Fett zur Nahrung verhältnissmässig gering ist, sehr nahe steht, so können wir sie wohl als hierher gehörig betrachten.

II. Nahrung: 1500 gr Fleisch und 60 gr Fett. Menge des Harnes 1104 ccm.

Der Harn enthält 12,58% feste Theile und 1,47% Asche.

Prozentige Zusammensetzung des Harnes nach Abzug der Asche:

C	26,2
H	6,6
N	40,3
O	26,9
	100,0

Das Verhältniss von C zu N ist wie 1:1,54.

C : N = 0,65.

III. Nahrung: 1500 gr Fleisch und 200 gr Stärke. Menge des Harnes 1109 ccm.

Der Harn enthält 12,27% feste Theile und 1,31% Asche.

Prozentige Zusammensetzung des Harnes nach Abzug der Asche:

C	24,4
H	6,9
N	39,0
O	29,7
	100,0

Das Verhältniss von C zu N ist wie 1 : 1,60.

C : N = 0,63.

Es finden sich dann weiter noch einige Bestimmungen von C und N und deren Verhältnisszahlen.

1. Nahrung 1500 gr Fleisch.

   Menge des Harnes 1174 mit 118,9 $\overset{+}{U}$.
   5 ccm Harn gaben 0,5503 CO_2 = 0,1501 C.
   Verhältniss von C zu N ist wie 1 : 1,65.
   C : N = 0,61.

2. Nahrung 1500 gr Fleisch.

   Menge des Harnes 1012 mit 100,41 $\overset{+}{U}$.
   5 ccm Harn gaben 0,5650 CO_2 = 0,1541 C.
   0,4270 H_2O = 0,0474 H.
   Verhältniss von C zu N ist wie 1 : 1,57.
   C : N = 0,64.

3. Nahrung 1500 gr Fleisch.

   Menge des Harnes 1177 mit 115,02 $\overset{+}{U}$.
   5 ccm Harn gaben 0,5320 CO_2 = 0,1451 C.
   0,4140 H_2O = 0,046 H.
   Verhältniss von C zu N ist wie 1 : 1,64.
   C : N = 0,61.

4. Nahrung 1500 gr Fleisch + 60 gr Fett.

   Menge des Harnes 1139 mit 107,6 $\overset{+}{U}$.
   5 ccm Harn gaben 0,5260 CO_2 = 0,1434 C.
   Verhältniss von C zu N ist wie 1 : 1,62.
   C : N = 0,62.

Der Vollständigkeit wegen führe ich noch die 6 übrigen Voit'schen Analysen an, zum Theil Analysen des Hungerharnes zum Theil nach Ernährung mit Fleisch und Fett resp. Kohlehydraten, d. h. gemischter Nahrung.

Analysen des Hungerharnes.

I. Menge des Harnes 184 ccm.
   Der Harn enthält 11,78% feste Theile und 0,98% Asche.
   Prozentige Zusammensetzung des Harnes nach Abzug der Asche:

C	26,1
H	7,2
N	34,9
O	31,8
	100,0

Das Verhältniss von von C zu N ist wie 1 : 1,34.

C : N = 0,75.

II. Menge des Harnes 167 ccm.

Der Harn enthält 12,82% feste Theile und 1,54% Asche.

Prozentige Zusammensetzung des Harnes nach Abzug der Asche:

C	24,9
H	5,6
N	31,8
O	37,7
	100,0

Das Verhältniss von C zu N ist wie 1 : 1,28.

C : N = 0,78.

III. Menge des Harnes 124 ccm.

Der Harn enthält 14,92% feste Theile und 1,73% Asche.

Prozentige Zusammensetzung des Harnes nach Abzug der Asche:

C	25,7
H	6,4
N	36,5
O	31,4
	100,0

Das Verhältniss von C zu N ist wie 1 : 1,42.

C : N = 0,70.

Analysen des Harnes nach gemischter Nahrung.

I. Nahrung 400 gr Fleisch und 400 gr Stärke. Menge des Harnes 694 ccm.

Der Harn enthält 5,92% feste Theile und 0,70% Asche.

Prozentige Zusammensetzung des Harnes nach Abzug der Asche:

C	27,4
H	6,3
N	43,1
O	23,2
	100,0

Das Verhältniss von C zu N ist wie 1 : 1,57.

C : N = 0,64.

II. Obwohl die Nahrung hierbei lediglich aus Fleisch bestand, muss man sie trotzdem als „gemischt“ bezeichnen, und zwar deshalb, weil 500 gr Fleisch für die Ernährung des Thieres nicht ausreichen und das Thier demnach von dem zugeführten Fleische und dem eigenen Fett leben muss.

Nahrung 500 gr Fleisch. Menge des Harnes 395 ccm.

Der Harn enthält 12,64% feste Theile und 1,34% Asche.

Procentige Zusammensetzung des Harnes nach Abzug der Asche:

C	25,0
H	5,5
N	38,4
O	31;1
	100,0

Das Verhältniss von C zu N ist wie 1 : 1,53.

C : N = 0,65.

III. Analyse des Harnes nach ausschliesslicher Ernährung mit Brot.

Nahrung: 900 gr Brot. Menge des Harnes 694 ccm.

Der Harn enthält 6,11 % feste Theile und 1,78 % Asche.

Prozentige Zusammensetzung des Harnes nach Abzug der Asche:

C	26,6
H	6,2
N	36,4
O	30,8
	100,0

Das Verhältniss von C zu N ist wie 1 : 1,37.

C : N = 0,73.

Am Schlusse dieser Analysen sagt Voit: „Für die Kenntniss der Zusammensetzung des Harnes kann einiges aus diesen Zahlen entnommen werden. Die Elementarzusammensetzung des Harnes nach Abzug der Asche stimmt durchaus nicht mit der des Harnstoffs überein. Man übersieht dies am besten, wenn man die des Harnstoffs und des Harnes im Mittel aus den 9 Verbrennungen neben einander stellt:

Harnstoff	Harn.
C 20,0	C 25,7
H 6,7	H 6,4
N 46,6	N 37,5
O 26,7	O 30,4
100,0	100,0

So viel von den Analysen Voit's. Rubner nun hat noch[1]) durch Addition der Elemente des Fleischextractes, welcher in einer gegebenen Menge Fleisch enthalten ist, des Kreatinins und der Harnstoffmenge, welche sich aus dem Eiweiss derselben Fleisch-

1) Zeitschr. f. Biologie. Bd. 19. S. 343.

menge bilden können, die elementare Zusammensetzung des Fleischharnes abgeleitet und folgende prozentige Zusammensetzung erhalten:

C	26,82
H	6,26
N	37,62
O	29,30
	100,0

Von demselben Autor finden sich in der Ztschschr. Biol. Bd. 21. S. 343 folgende Zahlen:

C	25,2
H	6,6
N	37,9
O	30,7

Professor Pflüger sagt hierüber (Arch. f. d. ges. Phys. Bd. 51, S. 236): „da Rubner nicht angiebt, wie er zu diesen Zahlen gekommen ist, so bemerke ich, dass die in Ztschr. Biol. 21 angegebenen Werthe offenbar Voit entnommen sind aus den Versuchen, in denen Fleisch gefüttert wurde und die auch ich oben benutzt habe."

Weitere Litteraturangaben hierüber scheinen nicht vorzuliegen.

Wir selbst haben zu unseren Versuchen eine Hündin gewählt, ein Thier von besonders kräftigem Körperbau und einem Gewicht von 31,8 Kilo. Durch Nahrungszufuhr von 2 kg mageren Pferdefleisches, die dem Thiere täglich um 9 Uhr morgens in einer Ration verabreicht wurden, blieb der Hund, wie wir durch tägliche Wägung kontrolirten, im Stoffwechselgleichgewicht. Ohne grössere Schwierigkeit war es möglich, das Thier so abzurichten, dass es nur zwei Mal im Tage Harn liess, der jedesmal durch ein untergehaltenes Gefäss aufgefangen wurde. Das geschah zum ersten Mal morgens im Stadium der Nüchternheit und zum zweiten Mal ungefähr 7 Stunden nach der Nahrungsaufnahme, also im Stadium der lebhaftesten Harnstoffausscheidung.

Dadurch waren wir in der Lage, gewissermassen zwei Arten von Harn untersuchen zu können, Harn aus dem Stadium der Nüchternheit und aus dem Stadium der lebhaftesten Harnstoffausscheidung.

Unsere Aufgabe war es, die elementare Zusammensetzung des Fleischharnes, das heisst den Gehalt an Stickstoff, Kohlenstoff,

Wasserstoff, Sauerstoff und Asche zu bestimmen und zwar nach Feststellung der Summe der gesammten festen Bestandtheile, d. h. der Menge der Trockensubstanz.

Grosse Schwierigkeit bereitete im Anfang die Aufgabe, den Harn in eine für die Ausführung der Analysen möglichst geeignete Form zu bringen und doch so zu erhalten, dass durch die Bereitung des Präparates der Harn in seinen chemischen Eigenschaften in keiner Weise verändert würde. Nachdem wir uns von den Unannehmlichkeiten überzeugt hatten, die mit der Verbrennung nassen und frischen Harnes verknüpft sind, schon deshalb, weil wir bei dem verhältnissmässig geringen Gehalt an Trockensubstanz mit einer ziemlich grossen Menge von Flüssigkeit hätten arbeiten müssen, haben wir für die Bestimmungen des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs und der Asche auf frischen, nassen Harn verzichtet, den Harn zu diesem Zwecke erst getrocknet und nur die Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl-Wilfarth mit dem nassen und frischen Harn vorgenommen.

Trocknen des Harnes.

Das Trocknen des Harnes haben wir in der Hauptsache nach derselben Methode vorgenommen, wie sie von Prof. P. Argutinsky zum Trocknen des Fleisches im hiesigen Laboratorium angewandt wurde und in seiner demnächst zu veröffentlichenden Untersuchung näher beschrieben werden wird. Der Harn wurde in der Kälte und in vacuo schnell getrocknet und zwar in folgender Weise.

Auf mehrere Uhrschalen von bekanntem Gewicht brachten wir aus einer kleinen Bürette jedesmal 5 ccm frischen Harnes und stellten dieselben auf eine eigens zu diesem Zwecke angefertigte Etagere aus Drahtgeflecht in der Weise, dass eine Schale von der jedesmal darüberstehenden mehrere Centimeter entfernt war. Dieses ganze Gestell wurde unter eine Glocke gebracht, die auf einer Glasplatte aufgeschliffen war, eine Kristallisirschale mit reiner, englischer Schwefelsäure enthielt und mit der Quecksilberpumpe in Verbindung gesetzt werden konnte. Sodann wurde die Glocke luftleer gepumpt und mehrere Stunden so stehen gelassen. Schon nach kurzer Zeit bedeckte sich der Harn mit einer Haut, so dass er wie gefroren aussah, und schien nach wenigen Stunden vollständig trocken zu sein. Indessen konnte man nach dem Zulassen der Luft und dem Aufheben der Glocke durch Lockern der Sub-

stanz bemerken, dass nur die obersten Schichten des Harnes erstarrt, die unteren Theile dagegen noch feucht waren. Wir haben uns überzeugt, dass es zum weiteren und vollständigen Trocknen des Harnes nothwendig ist, die obere deckende und erstarrte Schicht ringsum aufzulockern. Die Spannung der bedeckten und noch nassen Theile des Harnes ist so gross, dass wir einmal bei dem Versuche das Auflockern zu unterlassen und das Trocknen des Harnes direkt und ohne Unterbrechung vorzunehmen, nach 24stündigem Stehenlassen des Harnes beobachten konnten, wie die obere erstarrte Schicht durch zu grossen Druck auseinandergerissen, und die festen trockenen Theilchen in der ganzen Glocke zerstreut und zersprengt lagen. Dagegen waren wir durch das Lockern und Aufkratzen des Harnes und darauf folgendes Auspumpen der Glocke, welches zuweilen wiederholt werden musste, imstande, den Harn auf den Uhrschalen absolut und bis zu constantem Gewicht zu trocknen.

Durch Wägung der bekannten Mengen nun getrockneten Harnes und durch Feststellung des Mittelwerthes des Gewichtes von mehreren dieser Harn enthaltenden Uhrschalen, haben wir den Gehalt an trockenen Bestandtheilen, d. h. die Trockensubstanz des Fleischharnes festgestellt.

Nach dieser Bestimmung wurde der Harn von den Uhrschalen abgekratzt, in einem Achatmörser, so gut es ging, zerkleinert und dann in ein mit gut geschliffenem Deckel versehenes Wägegläschen gebracht.

Wir machen ganz besonders darauf aufmerksam, dass der getrocknete Harn von so überaus hygroscopischer Beschaffenheit ist, dass man nur mühsam und bei grösster Vorsicht ihn verpulvern kann. Sogar das Wägen der Uhrschalen giebt Garantie für Genauigkeit nur, wenn man die Wägung sehr schnell vornimmt, da sonst eine Harnmenge von circa 1 Decigramm bis zu 8 mg an Gewicht auf der Wage zunehmen kann. Deshalb war es auch unmöglich die grösseren, trockenen Harntheilchen, wie wir sie von den Uhrschalen entfernt haben, direkt fein zu verpulvern, da wir statt Pulver bei solchem Versuche stets einen weichen Brei erhielten. Darum konnten wir nur allmählich und langsam vorgehen. Nach dem Verbringen in das Wägeglas und vorgenommener Wägung wurde dasselbe mit der Substanz wieder unter die Luftpumpe gebracht und in vacuo getrocknet. Erst jetzt wurde die

Substanz feiner zerkleinert, dann wieder getrocknet, und dieser Prozess so lange wiederholt, bis wir ein feines und ziemlich gleichmässiges Pulver hatten. Das Trocknen wurde weiter bis zur Erreichung constanten Gewichtes fortgesetzt.

Ob dieses aussergewöhnlich stark hygroscopische Verhalten des trockenen Harnes mit dem Wesen der Sekretion in Zusammenhang steht, ist eine Frage, die vielleicht eingehenderer Untersuchung werth wäre. Wir hatten Gelegenheit zu beobachten, dass alle untersuchten Harnarten sich sehr stark hygroscopisch verhielten, dass sie aber im Grad der Stärke von einander verschieden waren, wobei der Mehr- oder Mindergehalt an Asche eine Rolle zu spielen schien.

Mit so vorbereitetem Harn haben wir unsere Untersuchung vorgenommen. Er bildete den Ausgangspunkt für die Ermittlung des Gehaltes an Kohlenstoff, Wasserstoff und Asche. Und als stichhaltigen Beweis, dass solcher Harn in seiner chemischen Beschaffenheit unverändert geblieben ist, dürfen wir wohl ansehen, dass die Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl-Wilfarth des frischen und des so getrockneten Harnes, obwohl das Mass einmal durch Wägung, das andere Mal durch Abmessen bestimmt worden war, genau übereinstimmen.

Die Methoden, nach denen wir unsere Analysen gemacht haben, waren folgende:

Der Stickstoff wurde, wie bereits erwähnt, nach der vorzüglichen Methode von Kjeldahl-Wilfarth bestimmt, wie sie später[1]) von Dr. Argutinsky modifizirt worden ist. Da wir diese Bestimmung am frischen und nassen Harn gemacht haben, so wurden jedesmal 5 ccm Harn aus einer kleinen Bürette direkt in die Oxydationskölbchen abgemessen, zu denen wir, wie üblich 25 ccm reine Schwefelsäure und 0,1 ccm Quecksilber zusetzten. Der Gehalt an Kohlenstoff und Wasserstoff wurde auf die Art und Weise, wie sie im hiesigen chemischen Laboratorium Kekulés gebräuchlich ist, festgestellt und die Richtigkeit unserer Methode und unserer Zahlen durch wiederholt ausgeführte und mit der Theorie gut übereinstimmende Analysen von chemisch reinem Harnstoff nach-

1) Archiv d. ges. Physiol. Bd. 46. S. 33.

geprüft. Nach mehreren Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmungen von Harn haben wir stets wieder eine Verbrennung von Harnstoff vorgenommen und durch stimmende Zahlen eine Garantie für die Richtigkeit unserer Bestimmungen des Fleischharnes erhalten.

Die angewandten Methoden sind noch ziemlich neu, wenigstens in den hier angewandten Modifikationen, deshalb dürfte es von Interesse sein, wenn ich die bei Harnstoff gefundenen Zahlen anführe. Gerade weil der Harnstoff eine besonders leicht verbrennliche Substanz ist, musste sehr langsam und sorgfältig verfahren werden.

Berechnet	Gefunden		
	C	H	N
C 20,0	20,13	6,77	46,66
H 6,67	20,21	6,79	46,63
N 46,67	20,19	6,69	46,52
	20,17	6,81	46,56
	20,07	6,83	46,65
	20,15	6,78	46,67

Die Veraschung wurde schliesslich auf folgende Weise vorgenommen. Nach Ermittlung des Gewichtes der Substanz, sowohl durch direkte Wägung derselben im Tiegel — wir bedienten uns der Tiegel zum Theil aus Porzellan, in der Regel aus Platin — wie durch Wägung des die Substanz enthaltenden Gefässes vor und nach der Entnahme der Substanz, wurde der Tiegel so lange vorsichtig durch eine kleine Flamme des Bunsenbrenners erhitzt, bis vollständige Verkohlung eingetreten war, und die restirende Substanz theils schwarze, theils graue Farbe angenommen hatte. Nach Abkühlung des Tiegels wurde wenig destillirtes Wasser in den Tiegel gegossen und nach wiederholter Trocknung mit kleiner Flamme bei grösster Vorsicht die Veraschung fortgesetzt, eventuell jene Operation wiederholt und die Veraschung mit dem Verschwinden aller dunklen Partikelchen und dem vollständigen Weisswerden als beendet angesehen. Anfangs haben wir die Veraschung auf die eben angegebene Weise vorgenommen, später aber zur Controle eine andere Methode angewandt, die indessen zu ungefähr denselben Resultaten führte und damit die alten bestätigt hat. Ich führe die Methode in Kürze an.

Mit möglichst kleiner Flamme wurde die Substanz in der oben beschriebenen Weise zum Verkohlen gebracht. War dies ge-

schehen und der Tiegel abgekühlt, so goss man in denselben destillirtes Wasser, zerdrückte und zerrieb mit einem Pistill aus Glas die verkohlten Theile und beschleunigte durch Umrühren das Lösen der darin enthaltenen löslichen Salze. Den ganzen Inhalt des Tiegels gossen wir dann vorsichtig auf ein aschenfreies Filter (um keinen Tropfen zu verlieren, bestreicht man mit Vortheil den Rand des Tiegels mit etwas Vaseline), und erhielten dadurch in einer darunterstehenden Platinschale die löslichen Theile der Asche, während die unlöslichen Bestandtheile und die Kohlenpartikel im Filter haften blieben. Glaspistill und Tiegel spülten wir, sie über das Filter haltend, mit destillirtem Wasser ab. Hierdurch hatten wir lösliche, leichter verbrennbare und unlösliche Bestandtheile der Asche von einander getrennt. Unlösliche Theile und Kohlenpartikel wurden sammt Filter in den Tiegel zurückgebracht und so lange geglüht, bis auf dem Grunde des Tiegels weisse Farbe zu sehen war. Die Platinschale, von bekanntem Gewichte, welche die in Wasser löslichen Theile der Asche enthielt, wurde auf ein Wasserbad gestellt und durch den aufsteigenden Dampf so lange erhitzt, bis alles Wasser in der Schale verdunstet war, sodann durch die Flamme gezogen und zur Rothgluth gebracht, um etwa noch vorhandene Kohlentheile zu verbrennen. Tiegel und Schale wurden nach Abkühlen im Exsiccator gewogen und ergaben durch Addition die Summe der Gewichtstheile der gesammten Asche.

Unsere Analysen, wie sie nach obigen Angaben ausgeführt wurden, haben folgende Resultate ergeben.

I. Der zuerst untersuchte Harn wurde $6^1/_2$ Stunden nach der Nahrungsaufnahme aufgefangen.

Das spec. Gewicht betrug 1046; er reagirte sauer.

Bestimmung der Trockensubstanz.

Die 5 Uhrschalen mit je 5 ccm frischen Harnes ergaben folgende Werthe auf 1 ccm umgerechnet.

1 ccm frischen Harnes enthält an Trockensubstanz:

I. = 0,1345 gr Trockensubstanz
II. = 0,1344 gr „
III. = 0,1351 gr „
IV. = 0,1345 gr „
V. = 0,1335 gr „

Summe = 0,6720 gr : 5 = 0,1344 gr Trockensubstanz.

Der Gehalt an festen Bestandtheilen beträgt demnach 13,44 %.

Bestimmungen des Gehaltes an N.

Titre: 1 ccm Schwefelsäure = 2 mg N.
1 ccm Kalilauge = 2 mg N.

α. 5 ccm Harn.
Vorlage 150 ccm Säure = 300 mg N.
Ueberschuss an Säure = 36,75 ccm Kalilauge = 73,5 mg N.

Also gefunden in 5 ccm Harn 226.5 mg N.
Im nassen Harn 4,53 % N.
Im getrockneten Harn 33,7 % N.

β. 5 ccm Harn.
Vorlage 120 ccm Schwefelsäure = 240 mg N.
Ueberschuss an Säure = 7 ccm Kalilauge = 14 mg N.

Also gefunden in 5 ccm Harn 226 mg N.
Im nassen Harn 4,52 % N.
Im getrockneten Harn 33,63 % N.

γ. 5 ccm Harn.
Vorlage 120 ccm Schwefelsäure = 240 mg N.
Ueberschuss an Säure = 7,6 ccm Kalilauge = 15,2 „ N.

Also gefunden in 5 ccm Harn 224,8 mg N.
Im nassen Harn 4,496 % N.
Im getrockneten Harn 33,45 % N.

δ. 0,1100 gr getrockneter Harn.
Vorlage 25 ccm Schwefelsäure = 50 mg N.
Ueberschuss an Säure = 6,6 ccm Kalilauge = 13,2 „ N.

Also gefunden in 0,1100 gr trocknen Harnes 36,8 mg N.
Im getrockneten Harn 33,45 % N.
Im nassen Harn 4,496 % N.

Bestimmung des C und H.

α. Die Substanz betrug 0,3027 gr trocknen Harnes.
0,3027 gr Harn gaben
0,2233 gr CO_2 = 0,0609 gr C = **20,12** % C.
0,1620 gr H_2O = 0,0180 gr H = **5,95** % H.

β. Die verbrauchte Substanz betrug 0,3172 gr trocknen Harnes.
0,3172 gr Harn gaben
0,2349 gr CO_2 = 0,06406 gr C = **20,19** % C.
0,1697 gr H_2O = 0,18855 gr H = **5,94** % H.

γ. Die verbrauchte Substanz betrug 0,3496 gr trocknen Harnes.
0,3496 gr Harn ergaben
0,2570 gr CO_2 = 0,7009 gr C = **20,05** % C.
0,1870 gr H_2O = 0,2077 gr H = **5,94** % H.

Aschenbestimmung.

α. Veraschung von 2 ccm Harn im Platintiegel = 0,267 gr trocknen Harnes.
0,267 gr ergaben 0,0362 gr Asche.
100 gr trockner Harn enthalten also 13,6 gr Asche.

β. Veraschung von 0,184 gr trocknen Harnes.
0,184 gr gaben 0,0265 gr Asche.
100 gr trockner Harn enthalten also 14,40 gr Asche.

Demnach ist der Harn einschliesslich Asche folgendermassen prozentig zusammengesetzt.

C	20,12	
H	5,94	
N	33,56	(4,51)
O	26,38	
Asche	14,00	
	100,00	

Die prozentige Zusammensetzung des Harnes nach Abzug der Asche ist folgende:

C	23,40
H	6,91
N	39,02
O	30,67
	100,0

Das Verhältniss von Kohlenstoff zum Stickstoff ist wie 1 : 1,67.

C : N = 0,598.

Die beiden folgenden Harnanalysen beziehen sich auf Harn desselben Tages, die eine auf den Harn, der am Morgen im nüchternen Zustande, die zweite auf den Harn, den wir 7 Stunden nach der Nahrungsaufnahme erhalten haben. Der Mittelwerth der Zahlen dieser beiden Harnarten giebt uns demnach ein Bild von der Zusammensetzung des 24-stündigen Fleischharnes.

II. Elementaranalyse des Harnes aus dem Stadium der Nüchternheit.

Das spec. Gewicht betrug 1048, die Reaction war sauer, die Menge betrug 820 ccm.

Bestimmung der Trockensubstanz.

5 ccm frischen Harnes enthalten an trocknen Bestandtheilen:

I.	0,7580 gr	Trockensubstanz
II.	0,7597 „	„
III.	0,7589 „	„
IV.	0,7586 „	„

Summe 3,0352 : 4 = 0,7588 gr Trockensubstanz in 5 ccm.

5 ccm frischen Harnes enthalten 0,7588 gr Trockensubstanz, d. h. 15,18% feste Bestandtheile.

Bestimmungen des N.

Titre: 1 ccm Schwefelsäure = 2 mg N.
1 ccm Kalilauge = 2 mg N.

α. 5 ccm Harn.

Vorlage 140 ccm Schwefelsäure = 280 mg N.
Ueberschuss an Säure = 3,65 ccm Kalilauge = 7,3 mg N.

Also gefunden in 5 ccm Harn 272,7 mg N.
Im nassen Harn 5,45 % N.
Im getrockneten Harn 35,93 „ N.

β. 5 ccm Harn.

Vorlage 140 ccm Schwefelsäure = 280 mg N.
Ueberschuss an Säure = 3,2 ccm Kalilauge = 6,4 mg N.

Also gefunden in 5 ccm Harn 273,6 mg N.
Im nassen Harn 5,472 % N.
Im getrockneten Harn 36,05 „ N.

γ. 5 ccm Harn.

Vorlage 140 ccm Schwefelsäure = 280 mg N.
Ueberschuss an Säure = 3,6 ccm Kalilauge = 7,2 mg N.

Also gefunden in 5 ccm Harn 272,8 mg N.
Im nassen Harn 5,456 % N.
Im getrockneten Harn 35,94 % N.

Bestimmung des C und H.

α. Die Substanz betrug 0,2535 gr trocknen Harnes.
0,2535 gr Harn gaben
0,1821 gr CO_2 = 0,0496636 gr C = 19,59 % C.
0,1391 gr H_2O = 0,0154556 gr H = 6,1 % H.

β. Die Substanz betrug 0,2463 gr trocknen Harnes.
0,2463 gr Harn gaben
0,1783 gr CO_2 = 0,0486727 gr C = 19,74 % C.
0,1370 gr H_2O = 0,015222 gr H = 6,17 % H.

γ. Die Substanz betrug 0,3166 gr trocknen Harnes.
0.3166 gr Harn gaben
0,2269 gr CO_2 = 0,061882 gr C = 19,55 % C.
0,1737 gr H_2O = 0,01930 gr H = 6,1 % H.

Aschenbestimmung.

α. Veraschung von 0,1212 gr trocknen Harnes.
0,1212 gr Substanz gaben 0,0112 gr Asche.
100 gr trockner Harn enthalten also 9,2 gr Asche.

β. Veraschung von 0,1656 gr trocknen Harnes.

0,1656 gr gaben 0,0158 gr Asche.

100 gr trocknen Harnes enthalten also 9,5 gr Asche.

γ. Veraschung von 0,3129 gr trocknen Harnes.

Hierbei wurden die in Wasser löslichen und die unlöslichen Salze getrennt verascht in der oben beschriebenen Weise.

0,3129 gr gaben 0,0271 gr Asche.

100 gr trocknen Harnes enthalten also 8,7 gr Asche.

Demnach ist der Harn einschliesslich Asche prozentig, wie folgt, zusammengesetzt:

C	19,63
H	6,12 (5,46)
N	35,97
O	29,18
Asche	9,10
	100,00

Die prozentige Zusammsetzung des Harnes nach Abzug der Asche ist folgende:

C	21,60
H	6,73
N	39,57
O	32,10
	100,00

Das Verhältniss von Kohlenstoff zum Stickstoff ist wie 1 : 1,83.

$$C : N = 0{,}55.$$

III. Elementaranalyse des Harnes, erhalten 7 Stunden nach der Nahrungsaufnahme.

Das spec. Gewicht betrug 1050, die Reaction war sauer, die Menge betrug 615 ccm.

Bestimmung der Trockensubstanz.

5 ccm frischen Harnes enthalten an trocknen Bestandtheilen:

I.	0,7225 gr	Trockensubstanz
II.	0,7203 gr	„
III.	0,7232 gr	„
IV.	0,7222 gr	„

Summe 2,8882 : 4 = 0,72205 gr Trockensubstanz in 5 ccm.

5 ccm frischen Harnes enthalten 0,72205 gr Trockensubstanz d. h. 14,44 % feste Bestandtheile.

Bestimmung des N.

Titre: 1 ccm Schwefelsäure = 2 mg N.
1 ccm Kalilauge = 2 mg N.

α. 5 ccm Harn.
Vorlage 140 ccm Schwefelsäure = 280 mg N.
Ueberschuss an Säure = 17,5 ccm Kalilauge = 35 mg N.

Also gefunden in 5 ccm Harn 245 mg N.
Im nassen Harn 4,9 % N.
Im getrockneten Harn 33,93 % N.

β. 5 ccm Harn.
Vorlage 130 ccm Schwefelsäure = 260 mg N.
Ueberschuss an Säure = 7,3 ccm Kalilauge = 14,6 mg N.

Also gefunden in 5 ccm Harn 245,4 mg N.
Im nassen Harn 4,908 mg N.
Im getrockneten Harn 33,99 % N.

γ. 5 ccm Harn.
Vorlage 150 ccm Schwefelsäure = 300 mg N.
Ueberschuss an Säure = 27,15 ccm Kalilauge = 54,3 mg N.

Also gefunden in 5 ccm Harn 245,7 mg N.
Im nassen Harn 4,914 % N.
Im getrockneten Harn 34,03 % N.

Bestimmung des C und H.

α. Die Substanz betrug 0,2888 gr trocknen Harnes.
0,2888 gr Harn gaben
0,2034 gr CO_2 = 0,05547272 gr C = 19,21 % C.
0,1495 gr H_2O = 0,01661 gr H = 5,75 % H

β. Die Substanz betrug 0,3684 gr trocknen Harnes.
0,3684 gr Harn gaben
0,2592 gr CO_2 = 0,0706909 gr C = 19,19 % C.
0,1871 gr H_2O = 0,020789 gr H = 5,64 % H.

γ. Die Substanz betrug 0,3219 gr trocknen Harnes.
0,3219 gr Harn gaben
0,2283 gr CO_2 = 0,062263 gr C = 19,34 % C.
0,1656 gr H_2O = 0,0184 gr H = 5,72 % H.

Aschenbestimmung.

α. Veraschung von 0,2835 gr trocknen Harnes.
0,2835 gr Substanz gaben 0,04 gr Asche.
100 gr trocknen Harnes enthalten also 14,1 gr Asche.

β. Veraschung von 0,2000 gr trocknen Harnes.

0,2000 gr Substanz gaben 0,029 gr Asche.
100 gr trocknen Harnes enthalten also 14,5 gr Asche.

γ. Veraschung von 0,2510 gr trocknen Harnes.

Hierbei wurden wieder die in Wasser löslichen und unlöslichen Salze getrennt verascht.

0,2510 gr Substanz gaben 0,0377 gr Asche.
100 gr trockenen Harnes enthalten also 15,01 gr Asche.

Demnach ist die prozentige Zusammensetzung des Harnes, einschliesslich Asche, folgende:

C	19,25
H	5,70
N	33,98 (4,91)
O	26,57
Asche	14,50
	100,00

Die procentige Zusammensetzung des Harnes nach Abzug der Asche ist folgende:

C	22,51
H	6,67
N	39,74
O	31,08
	100,00

Das Verhältniss von Kohlenstoff zum Stickstoff ist wie

$$1 : 1{,}77.\ C : N = 0{,}57.$$

Die prozentige Zusammensetzung der organischen Substanz des 24stündigen Fleischharnes ist nach diesen beiden Analysen folgende:

C	= 22,05
H	= 6,70
N	= 39,66
O	= 31,59
	100,00

Das Verhältniss von C zu N ist wie $1 : 1{,}80$.

$$C : N = 0{,}56.$$

Während also zwischen den Zahlen des N und den Zahlen des H, wie aus den nebeneinandergestellten Analysen ersichtlich ist, ziemliche Uebereinstimmung herrscht, weichen die Zahlen des C von einander etwas ab.

Prozentige Zusammensetzung der organischen Substanz des Fleischharnes.

I. $6^1/_2$ Stunden nach der Nahrung	II. Aus dem Stadium der Nüchternheit	III. 7 Stunden nach der Nahrung
C 23,40	C 21,60	C 22,51
H 6,91	H 6,73	H 6,67
N 39,02	N 39,57	N 39,74
O 30,67	O 32,10	O 31,08
100,00	100,00	100,00
C = N . 0,60	C = N . 0,55	C = N . 0,57

24-stündiger Harn	Mittelwerth aus den 3 Analysen
C 22,05	C 22,5
H 6,70	H 6,8
N 39,66	N 39,4
O 31,59	O 31,3
100,00	100,00
C = N . 0,56	C = N . 0,57

Unsere Zahlen zeigen also, wie aus nebenstehender Tabelle ersichtlich ist, von den von Voit und Rubner gefundenen Werthen einige Abweichung. Besonders möchten wir hervorheben, dass im Vergleich zu jenen Analysen die von uns angegebene prozentige Zusammensetzung des Fleischharnes, nach Abzug der Asche, der prozentigen Zusammensetzung des Harnstoffs näher steht.

Zum Schlusse sage ich Herrn Professor Pflüger für die vielseitige Anregung, ganz besonders für die freundliche Unterstützung, die er mir bei dieser Arbeit zu Theil werden liess, meinen herzlichsten Dank. Im Besonderen aber danke ich auch meinem verehrten Freunde Herrn Professor Dr. Argutinsky und Herrn Dr. Max Bleibtreu.

Um die Zahlen von Voit und Rubner mit den von mir gefundenen leichter vergleichen zu können, habe ich sie zum Schlusse tabellarisch zusammengestellt.

Elementare Zusammensetzung des Fleischharnes.

	Zahlen von Voit.					Zahlen von Rubner berechnet aus den Extractivstoffen	Analysen von Rubner	Von mir gefundene Zahlen.			
	I. Analyse	II. Analyse	III. Analyse	Mittelwerth aus diesen 3 Analysen	Mittelwerth aus den 9 Voit'schen Analysen			I. Analyse	II. Analyse	III. Analyse	Mittelwerth aus diesen 3 Analysen
C	25,5	26,2	24,4	25,4	25,7	26,82	25,2	23,4	21,60	22,51	22,50
H	6,7	6,6	6,9	6,7	6,4	6,26	6,6	6,91	6,73	6,67	6,8
N	37,5	40,3	39,0	38,9	37,5	37,62	37,9	39,02	39,57	39,74	39,4
O	30,3	26,9	29,7	29,0	30,4	29,30	30,7	30,67	32,10	31,08	31,3
C : N	1 : 1,47	1 : 1,54	1 : 1,60	1 : 1,54	1 : 1,46	1 : 1,40	1 : 1,50	1 : 1,67	1 : 1,83	1 : 1,77	1 : 1,76
C = N . x	N . 0,68	N . 0,65	N . 0,63	N . 0,65	N . 0,68	N . 0,71	N : 0,67	N . 0,60	N . 0,55	N . 0,57	N . 0,57

Lebenslauf.

Geboren wurde ich, Franz Meyer, Sohn des Kaufmanns Julius Meyer und seiner Gattin Emma geb. Derenburg, zu Frankfurt a. Main am 19. September 1868.

Nach Absolvirung der Vorschule des Realgymnasiums der Musterschule zu Frankfurt am Main, besuchte ich von Ostern 1879 bis Herbst 1887 das dortige städtische Gymnasium, das ich mit dem Zeugniss der Reife verliess. Nachdem ich ein halbes Jahr in London zugebracht hatte, begann ich Ostern 1888 in Bonn meine medizinischen Studien und bestand daselbst im Februar 1890 die ärztliche Vorprüfung. Während des Wintersemesters 1890/91 studirte ich in Berlin, während des Sommersemesters 1891 in Freiburg. Die übrige Studienzeit verlebte ich an der Hochschule zu Bonn und bestand dort das medizinische Staatsexamen.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten:

In Bonn:

Binz, Bohland, Clausius †, Doutrelepont, Eigenbrodt, Finkler, Fuchs, Hertz, Kekulé, Koester, Leo, Ludwig, Nussbaum, Pelman, Pflüger, Saemisch, Schiefferdecker, Schultze, Strasburger, Trendelenburg, Ungar, v. la Valette St. George, Veit, Witzel.

In Berlin:

Dührsen, Gusserow, Hirschberg, Klemperer, Landau, Oppenheim.

In Freiburg:

Bäumler, Hegar, Kraske, Reinhold, Sonntag, Ziegler.

Allen diesen meinen hochverehrten Lehrern meinen herzlichsten Dank.